情報処理 (計算機) システム II ・中野・金 2 ・定期試験問題

2022 年 7 月 29 日

I OS に関する記述の空欄を埋めるのに最も適当と思われる語句を下の候補の中から選んで解答用紙に書きなさい。(48 点)

a. (1) の機械語プログラムは、通常、CPU の特権モードで実行される。

b. キーボードからの入力を待っているユーザープロセスは、 (2) 待ち状態となっていて、実際に入力が行われるまでは CPU が割り当てられることはない。

c. ユーザープロセスが (3) メモリ空間にアクセスするとき、そのアドレスは、CPU のアドレス変換機構によって、 (4) アドレスに変換される。

d. (5) マルチタスク方式の OS では、ユーザプロセスが自ら CPU の割り当てを放棄することで、プロセスのスケジューリングが行われるが、 (6) マルチタスク方式の OS では、タイマーからの割り込み信号を利用して、これがが行われる。

e. ユーザープロセスの実行中に、入出力装置などからの (7) 信号を CPU が受信すると、 (8) スイッチが起こり、カーネルがあらかじめ設定していた特定の機械語プログラムの実行が始まる。

f. ユーザープロセスの機械語プログラムは CPU の (9) モードで実行されるため、入出力装置などの計算機資源にアクセスする必要がある場合は、カーネルに対して (10) をすることで仕事を依頼する。

g. マルチタスク OS 上のユーザープロセスが、入出力装置を使用することなく、限られたメモリ空間で数値の計算のみを続けている場合、このユーザープロセスは、 (11) 状態と実行中の状態の 2 つを行き来することになる。

h. 計算機の電源が投入されて、カーネルが起動するまでの過程を (12) と呼ぶ。

空欄の候補

BSS、close、execve、fork、main、アイドル、イベント、カーネル、キャッシュ、コマンドサーチパス、コンテクスト、シェル、システムコール、シンボリックリンク、スタック、テキスト、ディレクトリ、ハードリンク、パイプライン、ヒープ、ブートストラップ、プリエンプティブ、プロセス、階層的、仮想、協調的、実行、実行可能、数理、静的リンク、動的リンク、特権、非特権、物理、割り込み

II 2 MiB の主記憶装置 (物理メモリ) を持つ計算機システムで、1 ページの大きさが 2 KiB であるようなページング方式の仮想記憶システムを持ったオペレーティングシステムが稼働しており、右の C プログラムをコンパイルして得られる機械語プログラムのプロセスが実行されている。このプロセスは、配列 a のための領域として (2 MiB の内の) 2000 KiB の物理メモリを常に占有しており、配列 a へのアクセス以外でページフォルトが起こることはない。ページフォルトが起こると、(必要なら) 最後にアクセスされた時刻が最も遠い過去であるような物理ページを (補助記憶装置に) ページアウトし、(必要なら) アクセスしたい仮想ページの内容を (補助記憶装置から) その物理ページにページインする。int 型のデータの大きさは 4 B で、配列 a はある仮想ページの先頭アドレスから割り当てられている。空欄が以下の定数であるとき、「`sum += a[i];`」における配列 a の要素へアクセスでページフォルトが起こる確率 (割合) はそれぞれどの程度と考えられるか答えなさい。ただし、キャッシュメモリの影響は考えないものとする。(18 点)

```
#define N (1000*1024)

int a[N];

int main() {
    int i, sum = 0, step = [      ];

    while (1) {
        for (i = 0; i < N; i += step)
            sum += a[i];
    }
    return sum;
}
```

(1) 1　　(2) 32　　(3) 1024

(次ページに問題 III)

Ⅲ 右の C プログラム copy.c は、Unix 系 OS において、標準入力から読み込んだデータを、そのまま標準出力へ書き出すものである。math グループのみに属している y210000 というユーザが、このようなプログラムを作成し、端末エミュレータにおいて、次のようにコマンドを入力した。プログラムの空欄および a ～ g の文章の空欄を埋めるのに適切な語句を下の候補の中から選んで解答用紙に書きなさい。ただし、同じ候補を複数回使っても構いません。(34 点)

copy.c

```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>

int main() {
    char data[1000];
    int s;

    while (1) {
        s = read(0, data, 1000);
        if (s <= 0)
           break;
        if (write( (1) , (2) , (3) ) != s) {
            fprintf(stderr,
                "書き出しに失敗しました。\n");
            return 1;
        }
    }
    return 0;
}
```

```
y210000@s01612h001:~$ pwd
/home/y210000
y210000@s01612h001:~$ cc -o copy copy.c
y210000@s01612h001:~$ cd data
y210000@s01612h001:~/data$ ls -l
合計 3
-r-xrwxr-x 1 y210000 math 16856  7月 29 15:06 in.txt
-rw-rw---- 1  a89023 math   281  7月 29 11:28 out.txt
y210000@s01612h001:~/data$ ../copy <in.txt >out.txt
y210000@s01612h001:~/data$
```

a. copy.c をコンパイルした時点でのシェルのカレントディレクトリを絶対パス名で最も簡潔に示すと (4) となる。

b. in.txt というファイルを相対パス名で最も簡潔に示す場合、カレントディレクトリが /home/y210000 であるプロセスにおいては (5) となり、カレントディレクトリが /home/a89023 であるプロセスでは (6) となる。

c. copy、in.txt、out.txt の 3 つのファイル内、この y210000 というユーザが書き込み権を持っているのは (7) と (8) である。

d. ここで実行されているコマンドの内、cd のみがシェルの内部コマンドであるとすると、シェルのプロセスは (9) というシステムコールを 4 回呼び出したと考えられる。

e. copy というプログラムが実行されたとき、そのプロセスは write というシステムコールを最低でも (10) 回呼び出したはずである。

f. copy.c で宣言されている data という配列は、このプログラムが実行されたとき、そのプロセスの仮想メモリ空間の (11) 領域に割り当てられる。

g. copy.c における fprintf 関数の呼び出しがもし実行されると、ファイル記述子の (12) 番にエラーメッセージが出力されるはずである。

空欄の候補

-1、0、1、2、3、4、5、10、15、16、17、18、281、1000、1024、16856、/、/data、/home、/home/a89023、/home/y210000、/home/y210000/data、/home/y210000/data/in.txt、../data、../data/in.txt、../in.txt、../y210000 ../y210000/in.txt、../y210000/data/in.txt、BSS、copy、data、data/in.txt、fork、in.txt、out.txt、read、s、write、スタック、テキスト、データ、ヒープ

(定期試験問題終り)

情報処理 (計算機) システム Ⅱ ・定期試験・解答用紙

Ⅰ (1) カーネル　(2) イベント

(3) 仮想　(4) 物理

(5) 協調的　(6) プリエンプティブ

(7) 割り込み　(8) コンテクスト

(9) 非特権　(10) システムコール

(11) 実行可能　(12) ブートストラップ

Ⅱ

(1) 配列要素 `a[i]` のアドレスは基本的に 4 B 分ずつ増えていき、配列のすべてのページへのアクセスが発生する。配列全体の大きさは $4 \times 1000 \times 1024$ B で、1 ページが 2048 B であるから、2000 ページに相当するが、使用可能な物理メモリは 2000×1024 B、つまり 1000 ページなので、配列全体の大きさに満たない。ページの境界を跨いで、新しいページにアクセスする場合、そのページは最も遠い過去にアクセスしたページであるから、ページアウトされており、ページフォルトが発生する。このプログラムでは、同じページに $2048 \div 4 = 512$ 回アクセスするが、残りの 511 回では、すでにページインされているので、ページフォルトは発生しないはずである。よって、求める確率は $\frac{1}{512}$ と考えられる。

(2) と (3) の解答欄は裏面

学籍番号　氏名

(裏面に続く)

情報処理 (計算機) システム Ⅱ ・定期試験・解答用紙

(Ⅱ の解答欄の続き)

(2) 同様に、配列要素 a[i] のアドレスは基本的に $4 \times 32 = 128$ B 分ずつ増えていき、配列のすべてのページへのアクセスが発生する。物理ページが不足しているため、新しいページにアクセスするとページフォルトが発生する。同じページには $2048 \div 128 = 16$ 回アクセスし、残りの 15 回はページフォルトが発生しないので、求める確率は $\frac{1}{16}$ と考えられる。

(3) 配列要素 a[i] のアドレスは $4 \times 1024 = 4096$ B 分ずつ増えていくが、この大きさは 2 ページ分に相当し、配列全体の半数のページへのアクセスのみが発生する。これは、使用できる物理ページの数と等しいので、すべてのページはページインした状態となっており、どのアクセスでもページフォルトは発生しないはずでする。よって、求める確率は 0 と考えられる。

Ⅲ (1) 1　(2) data

(3) s　(4) /home/y210000

(5) data/in.txt　(6) ../y210000/data/in.txt

(7) copy　(8) out.txt

(9) fork　(10) 17

(11) スタック　(12) 2

(解答用紙終り)